

## Programación fetal

# ¿La nutrición que reciben las vacas y ovejas durante su gestación afectan el desempeño de sus crías?

Ing. Agr. Graciela Quintans<sup>1</sup>, Ing Agr. Juan Clariget<sup>1</sup>, Carlos López Mazz,  
Ing. Agr. Lucia Piaggio<sup>2</sup> y Dra. Georgette Bancho<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Programa Nacional de Carne y Lana; <sup>2</sup>SUL.

Si un embrión o feto carece de nutrientes esenciales, oxígeno o es expuesto a sustancias tóxicas en algún período crítico de su crecimiento, puede verse forzado a alterar su proceso normal de desarrollo para sobrevivir. Dichas adaptaciones pueden dar lugar a una o varias alteraciones permanentes de la estructura y/o función de algunos de sus órganos, lo que puede incrementar el riesgo de contraer ciertas enfermedades o afectar el desempeño en su vida posnatal. El sistema del feto u embrión que se ve alterado depende del momento donde el estrés o carencia tiene lugar (ejemplo: primer o último trimestre de gestación) y que órganos o tejidos se están desarrollando en ese momento (Burton y Fowden, 2012). Estos cambios permanentes originados en el entorno prenatal se conocen como **Programación fetal** (Rhind et al., 2001).

### Programación fetal en bovinos y ovinos

En los animales, el ambiente fetal también está influenciado por varios factores como por ejemplo el estrés por calor y la nutrición y en consecuencia la performance de las crías y la respuesta depende del grado de restricción, del nutriente y del momento en la gestación donde sucede.

En ovinos, (en base a las revisiones realizada por López Mazz (2013) y Abud (2013), propuestas de posgrado)) a partir 16 a 20 días post ovulación (momento de implantación), el embrión comienza un intenso proceso de multiplicación y diferenciación celular, que constituye el proceso de organogénesis (Hyttel et al., 2010). Entre el día 30 y 70 de vida embrio-fetal se sientan las bases celulares y fisiológicas del desarrollo de los órganos que componen el aparato reproductor, el sistema inmunitario, el desarrollo de la glándula mamaria y el musculo esquelé-

tico, determinándose en este momento el futuro desempeño de los mismos en la vida adulta (Rovai et al., 2004; Borwick et al., 1997; Baker, 1972; Tizard, 2009; Du et al., 2010; Hyttel et al., 2010). Por otra parte, en esos primeros 30 a 90 días, también, se definen otros eventos fisiológicos importantes que afectan la vida de la futura progenie, como es el desarrollo placentario. El crecimiento de la placenta, el desarrollo de los cotiledones y el flujo adecuado de sangre a la placenta, serán responsables de la alimentación que recibirá el embrión y el feto durante los meses de crecimiento en el útero materno (Ferrel, 1991) determinando el crecimiento fetal y el peso al nacer. En efecto, el crecimiento de la placenta está afectado por el exceso o privación de nutrientes maternos y el estrés térmico medioambiental, como sucede después de la esquila preparto.

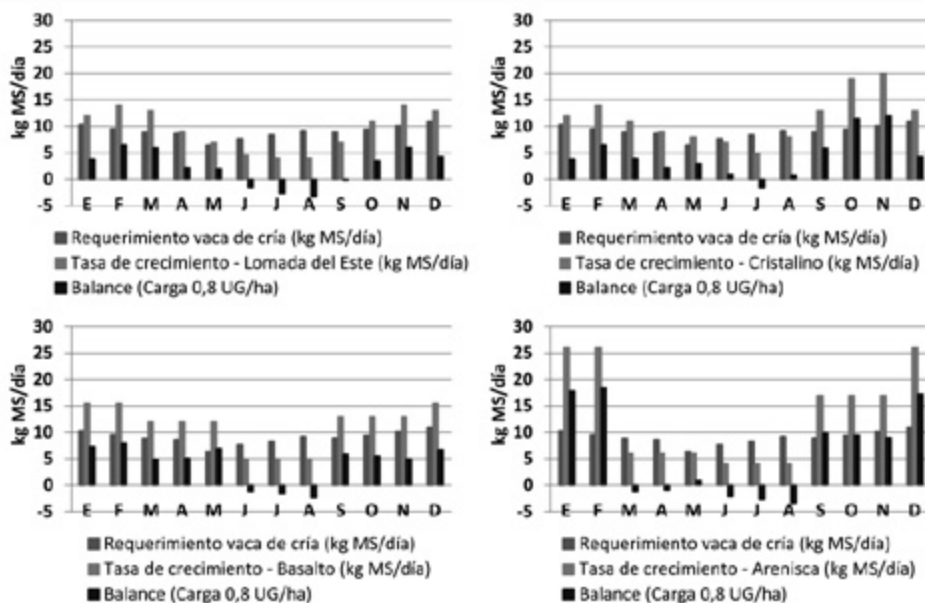
De este modo, la restricción nutricional que sucede a edad temprana de la gestación (peri concepción hasta aproximadamente 20-30 días de gestación) afectaría el desarrollo de órganos vitales como el corazón, páncreas y timo (Osgerby et al. 2002) con consecuentes efectos adversos en la actividad cardiovascular, en la respuesta al estrés, así como en la tolerancia a la glucosa (Fleming et al., 2012; Todd et al., 2009) sin que ello fuera explicado por la diferencia en el peso fetal. Sin embargo, la subnutrición durante este período no afecta el peso al nacer de las crías ni la tasa de crecimiento posnatal (Debus et al., 2012) lo que si sucede cuando la restricción nutricional se aplica a partir del día 25 de gestación hasta el día 140 (Blair et al., 2011; Kenyon et al., 2011; Kenyon et al., 2009).

Como mencionamos anteriormente, el musculo esquelético, el aparato reproductor, el sistema inmunitario y la glándula mamaria se desarrollan más tarde en la vida fetal.

Hay clara evidencia que la restricción nutricional a partir del mes de gestación puede ocasionar una disminución permanente en el número de fibras musculares, lo cual puede provocar una reducción de la masa muscular, afectando negativamente el rendimiento de los animales en un futuro (Du et al., 2011). Asimismo, la subnutrición provoca cambios en la composición del músculo (Fahey et al., 2005). En efecto, el contenido de triglicéridos en el músculo esquelético y el contenido de grasa visceral son mayores en corderos nacidos de madres que sufrieron restricción nutricional durante la gestación. Por lo tanto, la subnutrición durante la vida intrauterina no solo afecta la masa muscular sino también la calidad del músculo teniendo impacto negativo e irreversible sobre la producción potencial de carne del individuo.

Sin embargo, en el caso de la respuesta reproductiva de la progenie (fertilidad, particularmente en madres jóvenes), parece estar más afectada por la sobrealimentación y la temperatura a las cuales están expuestas sus madres durante la gestación (Wallace et al., 1996, 1997) que por la subnutrición.

Muchos de los trabajos internacionales consultados en ovinos y bovinos usan modelos de restricción nutricional fuertes (alrededor de 50% de los requerimientos nutricionales totales o energéticos de gestación y/o períodos muy prolongados) donde la mayoría mide las variables en los mismos fetos (pos-sacrificio) sin llegar a conocer la respuesta en la progenie viva. En nuestro país o región y con algunas excepciones, la restricción parecería no ser tan importante ni es por períodos tan largos. Es más, en nuestro país, la restricción generalmente sucede sobre pasturas naturales y en invierno (Figura 1) y ésta estaría en el orden del 30% de los requerimientos nutricionales de gestación (déficit de 2 a 3kg de MS/vaca/día), cuando el forraje disponible es limitante tanto en cantidad como en calidad. Esta restricción estaría afectando principalmente el tercio medio de gestación de la oveja y el último tercio de gestación de la vaca de cría. Por tal motivo, el principal modelo hasta ahora utilizado para estas dos especies es la subnutrición moderada, situación en la cual las hembras suelen estar expuestas durante su gestación. En ovinos, además hay evidencia que la temperatura durante la gestación (presencia del vellón) también afectaría el desempeño de la progenie por lo que también hemos incluido la esquila preparto en estas líneas de investigación.



**Figura 1.** Requerimiento de la vaca de cría (en base a una vaca que pare el 1 de octubre y se desteta el 1 de mayo), tasa de crecimiento de campo natural en diferentes tipos de suelo de Uruguay y Balance (diferencia entre la tasa de crecimiento de la pastura/ha y los requerimientos de 0,8 vacas de cría/ha (revisado por Clariget).

## Programación fetal del tejido muscular

En nuestro país, para el productor de carne tanto de bovinos como de ovinos, es de sumo interés conocer si períodos de subnutrición de la madre afectarían la producción de músculo y en consecuencia de carne de corderos y novillos. A pesar de que existe evidencia internacional y local sobre los efectos de la subnutrición en el tejido muscular, la mayoría de los estudios fueron realizados con embriones o corderos recién nacidos. Es muy riesgoso sacar conclusiones a esa edad porque el músculo tiene mecanismos o células que pueden compensar el tamaño del músculo luego del nacimiento. Por otro lado, esos trabajos sólo hacen restricción en cantidad de alimento, cuando en Uruguay podemos tener restricción proteica o energética o ambas. Tampoco existe evidencia de cuál es el costo de una posible compensación en el tamaño del músculo: ¿el cordero debe comer más para producir lo mismo? Todas estas preguntas se vuelven cada vez más importantes ya que cada día utilizamos más granos o suplementos en el engorde de nuestros novillos o corderos. En este sentido, cualquier estrategia que nos permita mejorar la eficiencia de conversión, tendría alto impacto ya que, por ejemplo, en los sistemas de engorde de novillos, el costo asociado con alimentación representa 70% de los costos totales (Ferrell and Jenkins, 1984).

### Ovinos

Se realizaron una serie de experimentos con el objetivo de conocer el efecto de la subnutrición energética y o proteica entre los días 45 y 115 de gestación de la oveja (simulando el invierno) sobre el peso del cordero al nacimiento, destete y faena; rendimiento de los principales cortes del ovino (pierna y french rack); eficiencia de conversión del alimento y calidad de lana. Los estudios siempre se realizaron con corderos únicos y mellizos los cuales fueron destetados y terminados en confinamiento para el producto cordero precoz pesado.

La subnutrición energética afectó el desarrollo del tejido muscular y la compensación dependió de la severidad de la subnutrición recibida durante la gestación y de la oportunidad que esas ovejas tuvieron de comer o no a voluntad en el último tercio de gestación. En resumen, ovejas que tuvieron un 30% restricción de energía metabolizable durante el tercio medio de gestación pero que luego fueron bien alimen-

tadas en el último tercio de gestación, tuvieron corderos con similar ganancia pre y posdeste e igual peso pre-faena que las no restringidas. Sin embargo, algunos cortes como el french rack y la pierna rindieron menos que en corderos cuyas madres no fueron restringidas. Cuando aplicamos una restricción del 40% pero luego sólo fueron alimentadas de acuerdo a sus requerimientos en el último tercio de gestación, tuvieron corderos que nunca lograron compensar su ganancia y por ende llegaron mucho más livianos a la faena que aquellos nacidos de ovejas no restringidas. Lo más inquietante, es que éstos últimos además de llegar más livianos, tendieron a ser menos eficientes en el uso de los alimentos respecto a aquellos corderos cuyas madres no fueron restringidas nutricionalmente (Piaggio et al. 2017).

### Bovinos para carne

Se realizaron una serie de experimentos con el objetivo de conocer el efecto de la subnutrición energética y o proteica en el último tercio de gestación de vacas de cría (simulando el invierno) sobre el peso del ternero al nacimiento, destete y faena; rendimiento carnicero y eficiencia de conversión del alimento de los novillos en la etapa de terminación bajo confinamiento.

En resumen, vacas que tuvieron un 40% restricción de proteína en el último tercio de gestación tuvieron terneros de similar peso al nacimiento y al destete y a la faena que las no restringidas. No hubo diferencia en el patrón de deposición de grasa subcutánea pero los novillos nacidos de vacas no restringidas tuvieron una mayor área de ojo de bife y rendimiento de la canal que los novillos nacidos de vacas restringidas. No hubo diferencia ni en consumo ni en eficiencia de conversión del alimento durante el confinamiento de engorde (Maresca et al, 2016).

Con los resultados obtenidos en las dos especies podemos decir que la subnutrición afectó el desarrollo de ciertos grupos de músculos o cortes (french rack en el ovino y rendimiento de la carcasa en bovinos) pero la eficiencia de conversión del alimento sólo se vio ligeramente afectada en corderos mientras que no se ve afectada en novillos. Es riesgoso con el nivel de conocimiento presente esbozar generalizaciones, especialmente en bovinos de carne y en nuestras condiciones pastoriles, por lo tanto destacamos que son resultados preliminares y que se requiere generar más

información en estas áreas.

### Fertilidad y tasa ovulatoria

En el mismo sentido que con la programación del musculo, se hicieron experimentos tanto en ovinos como bovinos para ver si la subnutrición en gestación media para la oveja o último tercio de gestación en vaca afectan la edad a la pubertad en corderas y terneras y la tasa ovulatoria en corderas.

Las corderas nacidas de ovejas restringidas energéticamente tuvieron el mismo peso al nacimiento y al destete que las corderas nacidas de ovejas no restringidas. Asimismo, el porcentaje de corderas que alcanzó la pubertad a los 7 meses de edad que corresponde al final de estación de cría, fue similar entre tratamientos. La tasa ovulatoria en el período de evaluación también fue similar entre tratamientos (Banchero sp).

Las terneras nacidas de vacas restringidas alcanzaron la pubertad a la misma edad y con el mismo peso que las terneras nacidas de vacas no restringidas en proteína durante el último tercio de gestación (López Valiente et al. 2018 en prensa). Los mismos resultados obtuvo Batista (com.personal) cuando la restricción nutricional fue energética. Las terneras nacidas de vacas restringidas tuvieron el mismo peso al nacimiento y destete que las terneras nacidas de vacas no restringidas y para la edad de 16 meses todas las terneras de los dos grupos estaban ciclando. En variables reproductivas es aún más complejo esbozar una conclusión en esta línea de trabajo. Estos resultados preliminares parecerían estar mostrándonos que no hubo efecto de la nutrición materna sobre la pubertad, en las restricciones energéticas y proteicas usadas, y bajo las condiciones experimentales registradas. Se requiere continuar profundizando en estas líneas de trabajo.

### Bibliografía

• BAKER, TG. 1972. Oogénesis y ovulación. En: Austin CR y Short RV. Procesos de reproducción en los mamíferos. Células germinales y fertilización. Ed. Científicas, La prensa médica mexicana, S.A., Capítulo II, p: 15-48.

- BLAIR, H.T.; VAN DER LINDEN, D.S.; JENKINSON, C.M.C.; MORRIS, S.T.; MACKENZIE, D.D.S.; PETERSON, S.W.; FIRTH, E.C.; KENYON, P.R. 2011. Do ewe size and nutrition during pregnancy affect foetus and foetal organ weight in twins? En: *Livestock Science* 142: 99-107.
- BORWICK SC, [RHIND SM](#), [McMILLEN SR](#), [RACEY PA](#). 1997. Effect of under nutrition of ewes from the time of mating on fetal ovarian development in mid gestation. *Reprod. Fertil. Dev.* 9(7):711-5.
- DEBUS, N.; CHAVATTE-PALMER, P.; VIUDES, G.; CAMOUS, S.; ROSÉFORT, A.; HASSOUN, P. 2012 Maternal periconceptional undernutrition in Merinos d'Arles sheep: 1- Effects of pregnancy and reproduction results of dams and offspring growth performances. En: *The rriogenology* 77: 1453-1465.
- DU, M.; TONG, J.; ZHAO, J.X.; UNDERWOOD, K.R.; ZHU, M.J.; FORD S.P; NATHANIELSZ, P.W. 2010. Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. En: *J. Anim. Sci* 88: E51-E60.
- DU, M.; ZHAO, J.X.; YAN, X.; HUANG, Y.; NICODEMUS, L.V.; YUE, W.; MCCORMICK, R.J.; ZHU, M.J. 2011. Fetal muscle development, mesenchymal multipotent cell differentiation, and associated signaling pathways. En: *J. Anim. Sci* 85: 583-590.
- FAHEY, A.J.; BRAMELD, J.M.; PARR, T.; BUTTERY, P.J. 2005. The effect of maternal undernutrition before muscle differentiation on the muscle fiber development of the new born lamb. En: *J. Anim. Sci* 83: 2564-2571.
- FERRELL, CL. 1991. Maternal and fetal influences on uterine and conceptus development in the cow: II. Blood flow and nutrient flux. *J Anim. Sci.* 69(5):1954-1965.
- FERRELL CL AND JENKINS TG 1984. Energy utilization by mature, nonpregnant, nonlactating cows of different types. *Journal of Animal Science* 58, 234-243.
- FLEMING, T.P.; VELAZQUEZ, M.A.; ECKERT, J.J.; LUCAS, E.S.; WATKINS, A.J. 2012. Nutrition of females during the peri-conceptional period an effects on foetal programming and health of offspring. *Anim. Reprod. Sci.* doi: 10.1016/j.anireprosci.2012.01.015.
- HYTELL P., FRED S., MORTEN V., 2010. Domestic Animal Embriology. Saundes Elsevier. Chapter 9.
- KENYON, P.R.; BLAIR, H.T.; JENKINSON, C.M.C.; MORRIS, S.T.; MACKENZIE, D.D.S.; PETERSON, S.W.; FIRTH, E.C.; JOHNSON P.L. 2009. The effect of ewe size and nutritional regimen beginning in early pregnancy on ewe and lamb performance to weaning. En: *NZ J. Agric. Res*: 52, 203-212.
- KENYON, P.R.; VAN DER LINDEN, D.S.; BLAIR, H.T.; MORRIS, S.T.; JENKINSON, C.M.C.; PETERSON, S.W.; MACKENZIE, D.D.S.; FIRTH, E.C. 2011. Effects of dam size and nutritional plane during pregnancy on lamb performance to weaning. En: *Small Ruminants Research* 97: 21-27.
- OSGERBY JC, WATHES DC, HOWARD D, GADD TS.

2002. The effect of maternal undernutrition on ovine fetal growth. *Journal of Endocrinology*, 173(1):131-41. 0022-0795/02/0173/131.

• PIAGGIO, L, QUINTANS G, SAN JULIÁN R, FERREIRA G, ITHURRALDE J, FIERRO S, PEREIRA ASC, BALDI F AND BANCHERO G. E. Growth, meat and feed efficiency traits of lambs born to ewes submitted to energy restriction during mid-gestation. *Animal*:12 (2), 256-264

• RHIND, S.M.; RAE, M.T.; BROOKS, A.N. 2001. Effects of nutrition and environment factors on the fetal programming of the reproductive axis. En: *Reproduction* 122: 205-214.

• ROVAI ML, THOMAS Y, BERGER, CAJA G. 2004. Udder morphology and effects on milk production and ease of milking in dairy sheep. *Proceeding of the 10<sup>th</sup> Annual Great Lakes Dairy Sheep Symposium*. p:79-114.

• Tizard IR. 2009. *Introducción a la Inmunología Veterinaria*. Capítulo 14: Los anticuerpos: receptores solubles de antígeno, Octava Edición

• TODD, S.E.; OLIVER, M.H.; JAQUIERY, A.L.; BLOOMFIELD, F.H.; HARDING, J.E. 2009. Periconcepcional undernutrition of ewes impairs glucose tolerance in their adult offspring. En: *Pediatric Research*, Vol. 64, n° 4.

• WALLACE JM, AITKEN RP, CHEYNE MA. 1996. Nutrient partitioning and fetal growth in rapidly growing adolescent ewes. *J Reprod Fertil*. 107(2):183-90. Wallace JM, Aitken RP, Cheyne MA. 1996. Nutrient partitioning and fetal growth in rapidly growing adolescent ewes. *J Reprod Fertil*. 107(2):183-90.

• WALLACE JM, DA SILVA P, AITKEN RP, CRUICKSHANK MA. 1997. Maternal endocrine status in relation to pregnancy outcome in rapidly growing adolescent sheep. *J Endocrinol*. 155(2):359-368. 0022-0795/97/0155-0359.

## Jfundamentos y manejo de vacunas para la prevención de las diarreas y enfermedades respiratorias en terneros

Viviana Parreño

Instituto de Virología – INCUINTA, CICV y A INTA Castelar, Argentina.

**La presencia de la Bca. PhD Viviana Parreño a las XLVI Jornadas Uruguayas de Buiatría fue posible gracias a la colaboración de Laboratorios Santa Elena S.A. - Virbac.**

### Incrementar la productividad ganadera mejorando la sanidad

La Cámara Argentina de la Industria de Productos Veterinarios (CAPROVE), lanzó en 2010 el "Plan Sanitario Productivo", cuya finalidad es difundir y promover en el medio profesional y ganadero el concepto de "incrementar la productividad animal a través de la Sanidad". El Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial Participativo y Federal, 2010-2016 (PEA2), impulsado por el Estado Nacional, estimaba que para el año 2020 se aumentaría el stock ganadero para pasar a faenar 3.8 millones de toneladas de carne bovina. Las proyecciones para el sector lechero estimaban un aumento de la

producción de leche para alcanzar 18.900 millones de litros en 2020.

Para alcanzar estos objetivos el plan propone realizar inversiones en la **SANIDAD** de los rodeos, especialmente en la implementación de herramientas de prevención (**vacunación**) que permitan incrementar los índices productivos (aumento de tasas de preñez, parición y destete), así como reducir los índices de pérdidas de terneros nacidos de manera de incrementar en 2.000.000 más por año la población de terneros, sin necesidad de incrementar el stock de vacas. El aumento del stock ganadero planteado debía ser acompañado de una mejora sustancial en la sanidad